

从 J. H. Schön 的科学不端行为探讨防范对策^{*}

阎 康 年

(中国科学院自然科学史研究所 北京 100010)

摘 要 20 世纪末和 21 世纪初世界科学行为的上空出现了三朵乌云,第一朵是科学前沿的原创活动中出现了实验数据的作假和虚构现象,严格地说出现了行为严重的科学不端事件;第二朵是一般科技研究人员中产生了为数不算少的范围不同的抄袭甚至剽窃的严重问题;第三朵是在研究生的习作和学位论文中出现了将互联网上的信息、资料和国内外披露或发表的论文片断予以摘引、拼凑或连接而构成“论文”的屡见不鲜的情况.这些利用信息技术和设施发展不平衡的背景,以授其奸的科学不端行为,严重违犯了国际科学界长期形成的周知科学准则和科学精神,引起了舆论的普遍贬斥和指责.文章仅就普世关注的、关系到近年来世界科学发展和影响最大的事件——舍恩(J. Hendrick Schön)博士的不端科学行为,作为一个案例予以分析.“麻雀虽小,五脏俱全”,通过这个分析可以从得出一些对科学不端行为的防范和决策等有益的启示.

关键词 J. H. 舍恩, 有机物分子晶体管, 不轨行为, 防范决策, 科学免疫性, 教训

Adopting preventive policies from the lessons of J. H. Schön's misconduct

YAN Kang-Nian

(Institute of History of Natural Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100010, China)

Abstracts The incident of Jan Hendrick Schön's misconduct occurred more than two years ago, but the causes, influences, and lessons have not yet been completely analyzed. The author has collected and investigated much of the relevant literature and re-examined many important papers, especially six of Schön's papers published in top-ranked journals. Nine lessons are drawn from this incident, seven of which are especially important and relate to the writing and publishing of papers. A scientist's integrity always plays the key role, but the scientific community has the power of self-correction, any misconduct will be found and corrected in the long or short run, while the violator will be sure to pay a high price.

Key words Jan Hendrick Schön, Misconduct, Preventive policy, Lesson

1 J. H. Schön 的情况简介

J. H. Schön 是德国人, 现年 33 岁, 原系德国 Kanstanz 大学的固体物理学博士生, 1997 年美国朗讯科技公司贝尔实验室的物理实验室负责人 Ananth Dodabalapur 在研究有机聚合物薄膜晶体的半导体隧道效应时, 发现用此薄膜制成的场效应晶体管(FETs)通过的电流比最差的硅器件慢得多, 为了解决这个问题, 该室超导实验室负责人、生长大晶体专家 Bertram Batlogg 博士认为, 大晶体边距大对

于了解材料的导电性很有利, 应聘请这种人才进行研究. 他通过从 Kanstanz 大学来的同事、化学家 Christian Kloc 博士的推荐, 请博士生 Schön 来帮忙, 并在他的指导下工作. Schön 在这里实验研究, 并未发现有机薄膜制成的场效应晶体管的导电速度慢于硅晶体管的现象, 却进而推动了用有机聚合物制作电子器件的进程. 他还发现“K-free C₆₀”在 11K 以上时变为超导体. 1998 年他回德国获得博士学位之

^{*} 2004-05-17 收到

后,又在德国科学协会基金的支持下到贝尔实验室做博士后,参与前沿研究,并发现氧化铝有防有机物晶体碎裂和变成半导体的功能.后来,他主要研究分子电子学特别是分子晶体管等,企求发明用有机纳米的晶体管和电路取代硅的晶体管和电路,以便从根本上解决硅基质的晶体管和集成电路的微型化受到光或辐射波长的限制而遇到的难以克服的困难.如果分子晶体管和分子电路能够研究成功,将对目前光刻宽度不能低于 $0.08\sim 0.05\mu\text{m}$ 而限制晶体管及其器件的微型化提供革命性的发展途径,因而意义十分重大.



当2001年10月和12月 Schön 等人先后发表了单层有机场效应晶体管和分子晶体管研制成功的论文后,引起全世界科技界的极大关注,上百个实验室在追踪和重复试验,贝尔实验室和 Kanstanz 大学曾一度引以为豪.朗讯科技公司董事长兼 CEO Henry Schacht 在他的《2001 年度报告》的书面致辞中写道:

“亨德里克·舍恩等一起制成分子尺度的晶体管,他们的工作开辟了易于组装的和具有廉价优势的分子电子学,这种电子学对硅基晶体管提供了变革.分子晶体管——贝尔实验室的科学家已经创造了具有单分子隧道长度的有机晶体管,使高速与廉价的碳基电子学进入了一个崭新的阶段^[1].”

Science 杂志在2001年底,将分子电路(主要是分子晶体管)评价为“2001年世界十大科技成就”的第一项.由于 Schön 及其合作者在过去两年半中以第一作者发表了顶尖级的20篇论文,仅在 Science 和 Nature 上就有17篇,被认为有重大突破,特别是在有机分子晶体管上的“突破”震惊了世界科技界,而被认为是“奔向斯德哥尔摩”、“冲向诺贝尔奖台”、“耀眼的科学新星”.

2 舍恩科学不端行为的揭露

2.1 贝尔实验室内部

应该说对舍恩不端行为的怀疑首先产生于贝尔实验室内部.该室物理学家 Robert Wille 说过,贝尔实验室的正常做法是论文发表前,先与室内的同行交流或研讨,以便同事们了解和听取反映,但是最重要的两篇《自组装单层有机场效应晶体管》和《单分

子导电的场效应调制》以及大多数论文并未遵守这个传统,引起了议论和猜疑.例如,许多科学家认为他们的许多数据和曲线的实验条件和功能并不同,但是结果却很相似或一致,这自然也传到外边.

2.2 贝尔实验室外部

外部最早提出怀疑的科学家是 Cornell 大学的物理学家 Paul McEuen,他在与贝尔实验室的有关科学家交换意见后,提出这些论文中不管器件的结构和功能如何,却都以与传统的场效应晶体管(FETs)相似的状态导电,有三篇论文如果忽略正负号后几组数据的径迹或曲线很类似,没有物理上的理由可以说明为什么会如此.接着 Princeton 大学的物理学家 Lydia Sohn 和 Harvard 大学的纳米学家 Charles Lieber、物理学家 Charles Marcus 分别对几篇重要论文中的数据和曲线提出“不合理”等问题,后者甚至与 Science 主编 Donald Kennedy 联系.此外全世界有近百个实验组在进行重复实验,花费了大量人力和金钱却一无所获.贝尔实验室在2002年5月8日成立由 Stanford 大学颇有成就和公正声誉的资深应用物理学家 Malcolm Beasley 为首的由外部五人组成的专家评论委员会,提供他们充分的自由、权威和条件,提供过去的内部报告、记录和档案,他们还可以决定调查的范围、找有关的任何人员谈话.到9月25日得出了调查结论,并写出调查报告《贝尔实验室某些物理研究论文确实性查询结果》(Results of inquiry into the validity of certain physics research papers from Bell Labs),在《朗讯研究评论》杂志上发表.其中得出,“有一位科学家发表了作假和虚构的数据,也已搞清楚所有其他合作者并没有不轨行为”,“这些数据的虚构和作假的证据是令人置信的”,“所有不轨行为都与一位研究人员牵连,他作假和虚构的数据至少有16例,其中某些是相关的”,他是“有意或轻率地做出的,并且他的任何一个合作者都不了解”^[2].这些结论说明,已发表的有关论文中的问题都出自 Schön 一人之手,其他作者只是提供了自己的部分实验结果,由他在整理和统稿过程中,对数据、曲线作了虚构和伪造,并做出不符合事实的分析、说明和结论,合作实际上成为他将自己和作者的数据和结果进行拼凑、编造和按主观意愿引申的行为.

评论委员会得出的结论说,除去 Schön 之外其他合作者都是清白的,自然也包括鲍哲南博士.人们对他们的合作关系仍然存在的疑虑,因为近来(2003年10月)麻省理工学院有名的杂志 Technolo-

gy Review 的一项评选得到澄清. 该杂志近来在世界范围内评选出 2003 年度的 100 位年轻发明家, 其中就有包括鲍哲南在内的五位华人青年科学家^[3], 从而证明鲍哲南博士不但确实没有问题, 而且仍然在科学前沿上作着杰出的贡献.

3 不端行为产生的情况和案例分析

评论委员会发现, 在顶尖刊物上发表的 24 篇的 24 个实验项目中至少有 16 项做了虚构或伪造, 这里只着重探讨其中最重要的 6 篇论文:

(1) J. H. Schön, H. Meng, Z. Bao. "Field - effect modulation of single Molecules" (单分子导电性的场效应调制), 见文献[4].

(2) J. H. Schön, H. Meng, Z. Bao. "Self-Assembled Monolayer Organic Field-Effect Transistors" (自组装单层有机场效应晶体管), 见文献[5].

(3) J. H. Schön, Ch. Kloc, B. Batlogg. "Perylene: A Promising Organic Field - Effect Transistor Material" (二萘嵌苯: 有前景的场效应晶体管材料), 见文献[6].

(4) J. H. Schön, B. Berg, Ch. Kloc, B. Batlogg. "Ambipolar Pentacene Field - Effect Transistors and Inverters" (双极并五苯的场效应晶体管和逆变器), 见文献[7].

(5) J. H. Schön, A. Dodabalapur, Ch. Kloc, B. Batlogg. "A Light-Emitting Field-Effect Transistor" (发光场效应晶体管), 见文献[8].

(6) J. H. Schön, Ch. Kloc, R. C. Haddon, A. Batlogg. "Superconducting Field - Effect Switch" (超导场效应开关), 见文献[9].

现将 6 篇论文中的四种科学不端现象作为案例引证出来:

(1)《单分子的导电性的场效应调制》^[4]与《自组装单层有机场效应晶体管》^[5]二文中的问题

图 1 的曲线与图 2 左上角的曲线都是随机的, 温度不同, 材料也不同, 且足以影响实验结果; 而且两者的漏电压和漏电流坐标尺度完全一样, 这些在物理上说不通.

(2)《自组装单层有机场效应晶体管》^[5]、《双极并五苯的场效应晶体管和逆变器》^[7]和《单分子导电性的场效应调制》^[4]之间的问题.

图 3 与图 4 的材料不同, 坐标尺度不同, 温度不同, 电压的增益也不同, 但是曲线却一样. 图 5 的材

料、器件与前二图的全不同, 温度也有较大差异, 功率增益与图 3 的并不同, 坐标尺度竟与图 3 同而与图 4 不同, 可是三个图的曲线却都相同, 显然是不合理的.

(3)《超导场效应开关》^[9]、《双极并五苯的场效应晶体管和逆变器》^[7]、《自组装单层有机场效应晶体管》^[5]三文之间的曲线类同问题

图 6 与图 7 的材料、温度和坐标尺度都不同, 电压甚至正负相反, 二两组曲线却完全相似. 图 8 的材料和电压与前二图相比, 不是正负号相反就是大小差 20 倍, 而且比右图的温度高几十倍, 但是它们的曲线却相同.

(4)《发光场效应晶体管》^[8]与《二萘嵌苯: 有前景的场效应晶体管材料》^[6]中曲线的相似性问题

图 9 和图 10 两者的材料不同, 二曲线的坐标正负号以及电流和电压的符号都相反, p 结和 n 结也不同, 虽然温度都是室温, 但是除去 2V 和 3V 的曲线外, 其他的曲线可以说都一样.

从上面 6 篇主要论文的四组关键性的案例的分析可以看出, 不同器件、不同材料、温度差异很大、电压或电流的正负号和大小迥异, 甚至于 p、n 结也不同, Schön 等人的论文却得出相似或相同的实验数据和曲线, 难怪上百个研究组花了大量人力和金钱却无法得出同样的结果, 怎能不引起越来越强烈的反映和评击. 荷兰 Delft 理工学院的 Leo Kouwenhoven 教授深有感慨地说: "我想象你可以错误地转换一个图形, 可是难以想象你能转换 10 个图形", 而 Schön 却说"我希望它们是很相似的", 用"希望"取代实验事实! Science 的主编 Donald Kennedy 对于这个事件的严重性评价说: "这是标志着近现代史上影响范围最大的科学不端行为之一."

4 教训与防范决策

正视失败的事实, 如实找出失败的原因和教训, 才能做出以后可防范的正确决策和可操作的规范. 通过上述系列分析, 可以从 Schön 事件汲取很多颇有现实意义的深刻教训, 供科学界考虑.

(1) 治学之道在于正确认识和反映客观事实, 在这个行业中只有把尊重和正确反映自然现象和自然规律, 把诚实和诚信的治学态度看作追求科学真理和崇尚科学精神的第一信条, 才能真正有所作为, 谁违犯了这个信条谁就等于毁掉了自己的信誉和前程. 贝尔实验室是世界最大的和贡献最突出的研发机构, 今天我们应用的绝大部分重要的信息技术及

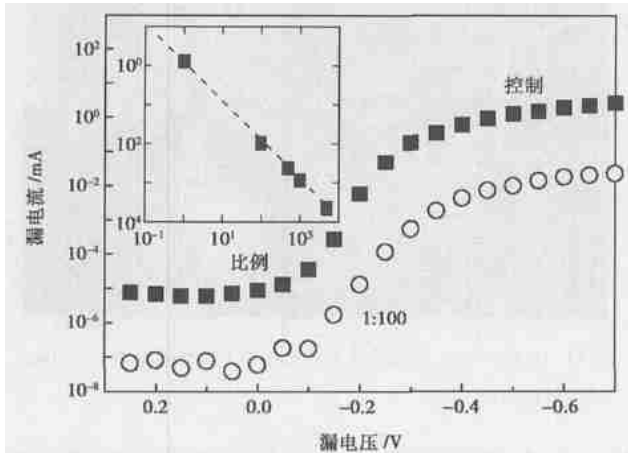


图1 材料：联苯二硫酚 温度：4K-室温 [4]

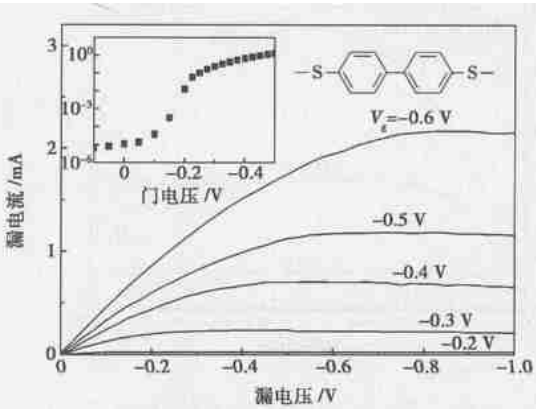


图2 材料：4,4'-联苯二硫酚 温度：室温 [8]

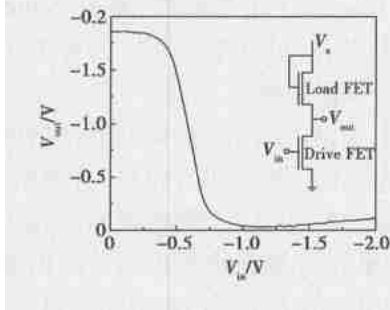


图3 材料：4,4'-联苯二硫酚
温度：室温
增益：6 (摘自文献 [5])

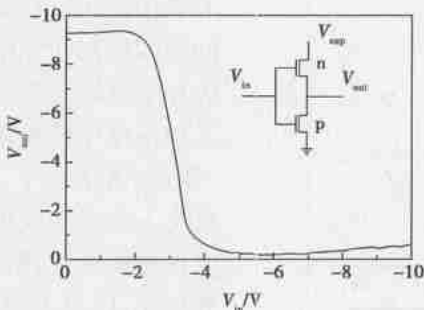


图4 材料：并五苯
温度：低温
增益：10 (摘自文献 [7])

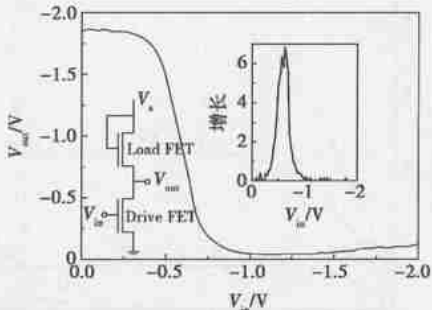


图5 材料：联苯二硫酚
温度：4K-室温
增益：10 (摘自文献 [4])

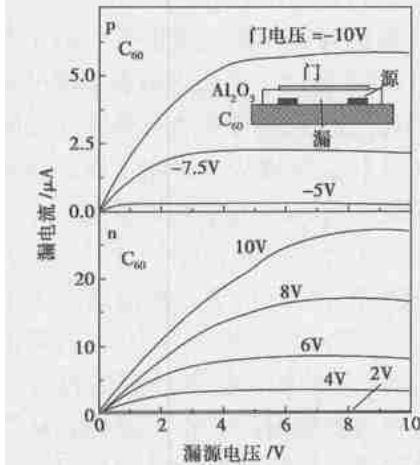


图6 材料：C₆₀
温度：4—300K (摘自文献 [9])

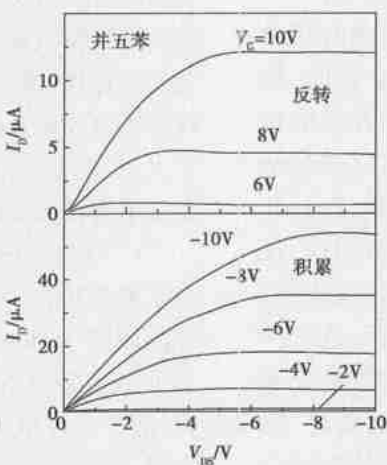


图7 材料：并五苯
温度：室温 (摘自文献 [7])

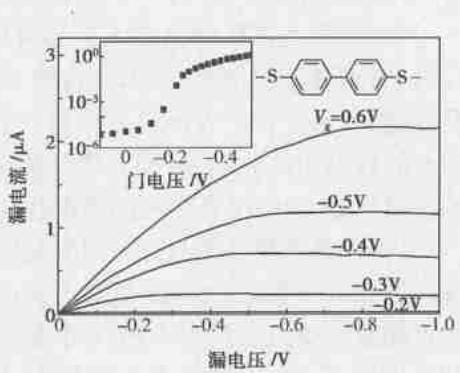


图8 材料：4,4'-联苯二硫酚
温度：室温 (摘自文献 [5])

其理论都出自这个实验室,有 11 位诺贝尔奖获得者和 15 位美国国家科学奖和技术奖获得者产生于这个实验室.长期以来它已经形成了一套治学规则和不成文的行为规范,并且形成了良好的传统和学风,人们靠这种学风和传统进行自律和制约. Schott 事件

的多次发生却违背了这一切,产生了极其广泛而深远的影响,它说明再好的传统和学风如果任其自流,就可能被投机取巧者钻营和利用,使大堤毁于一旦.所以忠于科学真理和发扬科学精神的警钟必须长鸣.特别对于新来者和青年人必须加强科学精神

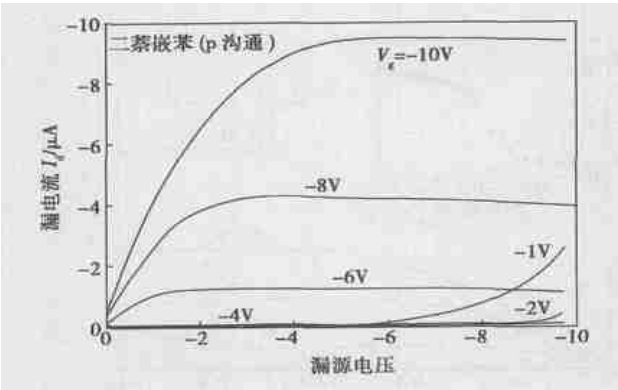


图9 材料: 二萘嵌苯 温度: 室温(摘自文献[6])

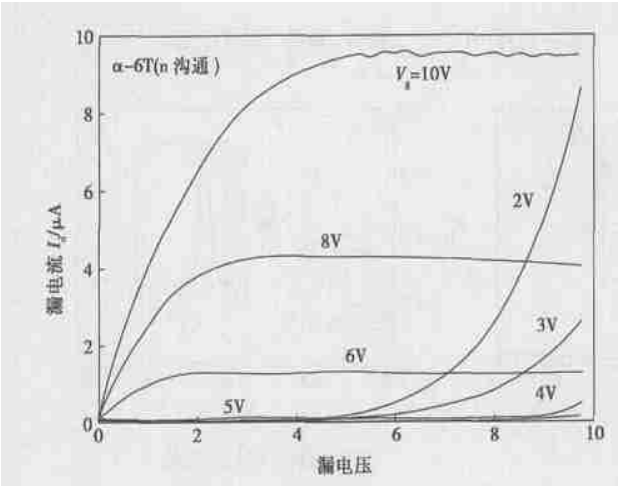


图10 材料: α -6 噻吩(α -6T) 温度: 室温(摘自文献[8])

和科学行为规范的教育,切不可流于形式和自流。

(2) 研究组或团队的负责人应当将科研的活动和行为一并管起来,传统、学风和自律是必要的,却不是万能的。论文合作者不仅要向第一作者提供自己专业的数据和部分结果,而且既然署名就要对全文的质量负责,加强所有作者的严肃性和责任心。此外,重要论文发表前必须与有关同事交流或研讨,在内部沟通并听取意见或反映。重要论文送出发表前,需经过课题组或团队负责人的认可或推荐,这应作为制度固定下来。独立调查组特别对课题组长和SchL_n的导师 Batlogg 未负起审查和监督的责任,以及他与 SchL_n 合作发表论文时却不看内容的失职行为提出批评。贝尔实验室研究副总裁 Jeff Jaffe 从这次事件得出,“要把提高每个人确保科研诚信的重要性的警觉作为一条经验……我们正在加强实验结果发表的政策和程序,并鼓励更严格的内部评审”,这个教训是重要的。

(3)SchL_n 利用了团队负责人更替和青黄不接的时机,将作假和虚构的活动从偷偷摸摸发展到无所顾忌。在他的研究团队中,导师兼组长 Bertrum Batlogg



图11 SchL_n与贝尔实验室的 Kloc(中)及研究组组长 Batlogg(右)讨论问题

logg 在 2000 年秋去瑞士理工学院任教,物理实验室的一位负责人 Dodabalapur 博士随后去 Texas 大学任教。Christian Kloc 博士虽然尚在,却是 SchL_n 的德国校友和介绍人之一,对贝尔实验室的有关传统和学风缺乏深入的认识和体验。总之,一个急于成名却不择手段的青年人,在生性沉着和不事张扬的“谦虚”外表之下,利用了人事变动的时机。这说明,负责人的变动或更替之时,尤应注意各种活动和研究程序的衔接,坚持研究与发表的过程的传统做法和程序,以免为别有用心的人留下投机取巧的机会。

(4) 刊物编辑部对来稿的审查和请专家评审,应从 SchL_n 事件汲取就事论事和就文论文的评审方法带来的弊端。一方面要求重要论文作者提供他们过去发表的有关论文或其目录与出处,以供查阅和对照;另一方面编辑部应搜集和向评审人提供有关论文发表的信息和资料,以便系统地了解作者的有关情况和科学界有关研究的前沿进展,便于检查抄袭和作假的发生。在这方面,正在相关领域从事研究工作的有关专家了解得更清楚,应首先请他们作评审人。

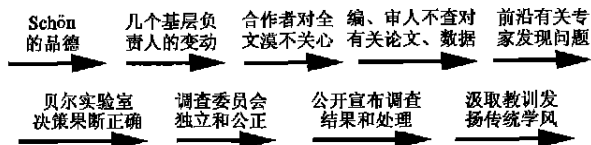
(5) 稿件评审应实行匿名制,并对平民与名人、名家和名机构一视同仁,实行科学真理面前人人平等的原则。SchL_n 本是初出茅庐的无名小辈,只是由于贝尔实验室的高度信誉和合作者已有的良好名声,使许多评审人和期刊编辑部放松了警惕和从严审阅,因而招致问题严重的论文轻松过关和频频放行的做法,教训深刻。

(6) SchL_n 事件的发现主要是由同行业前沿研究的专家做出的,正是他们实施密切关注、搜集和阅读有关课题的研究进展,并加以对比和分析,甚至于进行重复实验,因而能够及时地发现和提出怀疑,甚至批评,促使问题的调查和解决。这个事件的经过说明,世界科学或各学科的共同体具有免疫和自我纠正的功能,重视、争取和发挥科学共同体的免疫力,对于人

类科学的正常发展具有重大的作用。但是,实际上大量的个人和科学机构往往为了面子和“名誉”而采取了对科学共同体回避、敷衍甚至对抗的态度,因而不但纠正不了错误反而害了作假者及其所在的机构,将科学引入歧途。这个教训是很沉痛的!

(7)一个科研机构在得知自己的成员存在科学不端行为之后,是不顾事实地采取遮掩和推拒的态度还是敢于面对现实予以揭露和坚决清除的态度,是解决和克服不规行为以维护自己声誉的试金石。贝尔实验室对 Schön 事件几乎从一开始就采取自己揭露和坚决清除的态度,建立室外的专家调查委员会,提供一切资料、实验笔记、内部报告和放手让调查组找有关的任何人谈话,并在开始和结束时公开发表声明和调查结果,进行相应的处理,这个态度为该室赢得了很好的名声,这个活生生的事例是很有教益的。

Schön 事件的出现,对于世界闻名的贝尔实验室来说几率是很小的,实际上是由一系列漏洞和疏忽的随机情况遇到一起,而形成各个联环所组成的链条,是一个由随机事件形成的系统工程。如果分析一下 Schön 事件发生的每个过程,可以看出它基本上经过了七个环节,然后又通过了查清后处理的两个环节,即由九个环节构成的链条,可以称之为一个系统工程。对此,可以用下面的图表予以表示:



Schön 的科学不端行为通过了七个随机的环节,形成一个科学不端行为的系统工程。它产生的原因是多方面的,除去上述几个主要单方面的因素之

外,贝尔实验室过多地沉湎于过去的成就和规范化了的治学传统,在科研过程和成果审查与发表上由于人员有所变化时出现了一些本不应有的漏洞,特别表现在团队负责人以及他们的工作变动时,对重大前沿的原创成果的发表竟不事先内部交流、研讨和审查,论文合作者竟对论文全文不看或不了解等方面。世界科学界顶尖级刊物 Science 和 Nature 的编辑部及其请的审稿人过于疏忽、缺乏严谨和负责的精神,连作者不久前发表的多篇有关论文及其数据和曲线与所审的论文之间都未作比较和考察,以至于殃及影响遍及世界的丑闻。这朵 20 世纪末到 21 世纪初科学活动上空的乌云虽然终于弥散了,由世界科学界自身的免疫和校正机制以及贝尔实验室的主动和果断行动所清除,但是类似的思潮和不端行为却仍然会以各种形式滋生着。美国现代的晶体管发明负责人 William Shockley 总结出晶体管发明的“创造性-失败方法论”(creative-failure methodology)^[10]历史经验,对于科研机构和团队以及作假者而言,都是值得认真汲取的!

参 考 文 献

- [1] Chairmans' Message. 2001 Annual Report of Lucent Technology Inc., 3
- [2] Review Committee's Report. Release of Bell Labs, September 25, 2002. 1
- [3] 科技日报, 2003 年 10 月 8 日
- [4] Schön J H, Meng H, Bao Z. Science, 2001, 294(12): 2139
- [5] Schön J H, Meng H, Bao Z. Nature, 2001, 413(10): 715
- [6] Schön J H, Kloc Ch, Batlogg B. Applied Physics Letters, 2000, 77(12): 3777
- [7] Schön J H, Berg B, Kloc Ch, Batlogg B. Science, 2000, 287(2): 1033
- [8] Schön J H, Kloc Ch, Haddon R C *et al.* Science, 2000, 288(4): 657
- [9] Schön J H, Dodabalapur A, Kloc Ch *et al.* Science, 2000, 290(11): 964
- [10] Shockley W. IEEE Transactions Electron Devices, 1978, Vol. ED-23, 597

• 物理新闻和动态 •

为什么所有海岸线都是分形

几十年前,曼德勃罗特写下了他的著名论文:“英国的海岸线究竟是多长?”在这篇论文中,他告诉我们,海岸线的确切长度是与我们用什么样的标尺来测量有关。测量标尺的长度可以是 100km, 1km, 甚至于可以只有几米长。长度愈小的标尺可以测到海岸线上更多的凹凸不平之处,因此它测得的总长度就愈长。从这点出发,他将海岸线的基本几何特征定义为一个分形,其物理意义是:海岸线是一条非常弯弯曲曲的折线,而且从统计意义上来看,它们在各种尺度下具有自相似的特性。

现在法国 Ecole 工学院的 B. Sapoval 和 A. Baldassarri 教授以及意大利

费米研究中心的 A. Gabrielli 教授决定进一步研究这个问题,他们企图寻找是什么物理过程促使海岸线变成一个分形的。他们提出了一个物理模型并进行了迭代模拟计算。首先假定海岸线由光滑的岩石曲线组成,海水波对其不断地冲击,海水的冲击会侵蚀海岸线上容易破坏的点,这样就使海岸线上开始雕刻出凹凸不平的点,并使曲线的总长度会变得长一点,这就是一个使岩石曲线受到大自然的侵蚀、风化的过程。被侵蚀过的岩石会暴露出更多的易破坏的点,但同时海水波阻尼的增加也会使海水的冲击力得到缓和与平息。长年累月的这种侵蚀过程可以用反复迭代的计算来模拟,这样一种风化过程最终将光滑的海岸线雕刻成一个分形,其分形维数是 4/3。

(云中客 摘自 physical Review Letters, 2004,

待发表)